

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-155859

(P2000-155859A)

(43) 公開日 平成12年6月6日 (2000.6.6)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 6 T 17/20

識別記号

F I

G 0 6 F 15/60

テマコード (参考)

6 1 2 J 5 B 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-328634

(22) 出願日 平成10年11月18日 (1998. 11. 18)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 針谷 昌幸

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 西垣 一朗

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74) 代理人 100066979

弁理士 鶴沼 辰之

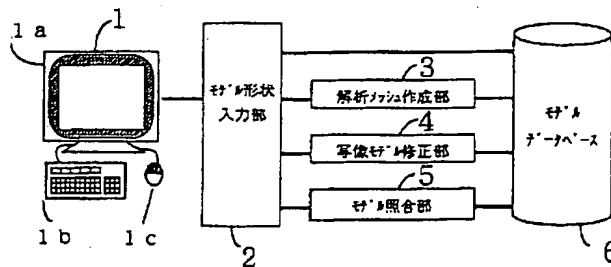
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 数値解析用メッシュ生成方法およびメッシュ生成装置

(57) 【要約】

【課題】 解析対象の形状モデルの変更に対応して解析メッシュを作成する従来の方法では、変更後の位相が異なると、解析メッシュを作成できない、メッシュ作成の工数が増加する、解析上好ましくない形状のメッシュが作成されるなどの問題があった。形状モデルの位相を変える変更がなされた場合も、高品質な解析メッシュを容易に作成できる数値解析用メッシュ生成装置を提供する。

【解決手段】 解析対象の形状モデルを入力し登録する手段2と、形状モデルを格子で近似した写像モデルを作成し写像モデルの格子点を形状モデルに写像し数値解析用メッシュを作成し登録する手段3と、写像モデルの形状を修正し登録する手段4と、登録された形状モデルおよび写像モデルと解析対象の形状モデルとを照合し、変更後の形状に対する写像モデルおよび数値解析用メッシュを作成し登録するモデル照合手段5と、モデルデータベース6とを備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 解析対象の形状モデルを入力し、

前記形状モデルを格子で近似した写像モデルを作成し、前記写像モデルの格子点を前記形状モデルに写像して数値解析用メッシュを作成する数値解析用メッシュ生成方法において、

既作成の形状モデルと写像モデルとを記憶し、形状モデルを変更する際に、変更後の形状モデルと前記の記憶された形状モデルおよび写像モデルとを照合し、変更後の形状モデルに対応する写像モデルおよび解析メッシュを作成することを特徴とする数値解析用メッシュ生成方法。

【請求項2】 解析対象の形状モデルを入力し記憶装置に登録するモデル形状入力手段と、

登録された形状モデルを格子で近似した写像モデルを作成し、前記写像モデルの格子点を前記形状モデルに写像して数値解析用メッシュを作成し、前記記憶装置に登録する解析メッシュ作成手段と、

前記記憶装置に登録された形状モデルを読み込み写像モデルの形状を変更し前記記憶装置に登録する写像モデル修正手段と、

前記記憶装置に登録された形状モデルおよび写像モデルと解析対象である変更後の形状モデルとを照合し、変更後の形状モデルに対応する写像モデルおよび数値解析用メッシュを作成し、前記記憶装置に登録するモデル照合手段とを備えたことを特徴とする数値解析用メッシュ生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、計算機を用いた数値シミュレーションにより設計業務を最適化し合理化するCAE (Computer Aided Engineering) システムの数値解析用メッシュ生成方法およびメッシュ生成装置に係り、特に、解析対象の形状モデルが変更された場合に、解析メッシュを容易に生成する手段に関する。

【0002】

【従来の技術】解析対象の形状モデルを変更した場合にも解析メッシュを容易に作成するための従来の技術としては、次のような方法がある。

【0003】特開平4-074280号公報は、以前に作成しモデルファイルに登録された数値解析用メッシュを読み込み、数値解析用メッシュの境界部の節点と新たにメッシュを作成する形状モデルの構成点との対応関係をシステム使用者が指定し、形状の内部の節点を作成し、解析メッシュを作成する方法(第1方法)を示している。

【0004】特開平6-068217号公報は、設計変更により形状の幅や穴の直径などの形状の寸法を変更する場合のように、解析対象の形状モデルが変更された場合、形状-メッシュ関係データを参照し、形状変更前の形状モデルの座標系から形状変更後の座標系への座標変換行列

を用いて、形状変更があった部分の解析メッシュを変更した後、節点座標値を平滑化し、解析メッシュを作成する方法(第2方法)を示している。

【0005】特開平8-212240号公報は、設計変更により穴形状を追加する場合に、穴部分の解析メッシュを予め作成しておき、既作成の解析メッシュの修正したい場所に穴部分の解析メッシュを移動し、既作成の解析メッシュと穴部分の解析メッシュとの差を集合演算し、解析メッシュを作成する方法(第3方法)を示している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】解析対象の形状モデルを変更した場合に解析メッシュを作成する上記従来方法には、以下の問題があった。

【0007】第1方法および第2方法では、形状の寸法変更のような設計変更には対応できるが、形状モデルの稜線間のつながり、面間のつながりのような位相関係が異なる場合については、解析メッシュを作成できない。

【0008】また、第1方法では、システム使用者が、数値解析用メッシュの境界部の節点と新たにメッシュを作成する形状モデルの構成点との対応関係を指定する必要があり、メッシュ作成の工数が増加する。

【0009】第3方法では、ユーザが、穴部分のメッシュを既作成の形状モデル上に対話的に配置する必要があり、さらに既作成の解析メッシュと穴部分の解析メッシュとの差を集合演算するため、既作成メッシュと穴部分のメッシュとの位置関係によっては、解析上好ましくない形状のメッシュが作成される場合がある。

【0010】本発明の目的は、高精度解析のための良質な6面体メッシュを効率よく作成でき、トータル計算コストを削減可能な数値解析用メッシュ生成方法およびメッシュ生成装置を提供することである。特に、写像法を用いたメッシュ生成方法において、解析対象の形状モデルが変更された場合に、高品質な解析メッシュを容易に作成できる数値解析用メッシュ生成方法およびメッシュ生成装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、解析対象の形状モデルを入力し、形状モデルを格子で近似した写像モデルを作成し、写像モデルの格子点を形状モデルに写像して数値解析用メッシュを作成する数値解析用メッシュ生成方法において、既作成の形状モデルと写像モデルとを記憶し、形状モデルを変更する際に、変更後の形状モデルとの記憶された形状モデルおよび写像モデルとを照合し、変更後の形状モデルに対応する写像モデルおよび解析メッシュを作成する数値解析用メッシュ生成方法を提案する。

【0012】本発明は、また、上記目的を達成するために、解析対象の形状モデルを入力し記憶装置に登録するモデル形状入力手段と、登録された形状モデルを格子で近似した写像モデルを作成し、写像モデルの格子点を形

形状モデルに写像して数値解析用メッシュを作成し、記憶装置に登録する解析メッシュ作成手段と、記憶装置に登録された形状モデルを読み込み写像モデルの形状を変更し記憶装置に登録する写像モデル修正手段と、記憶装置に登録された形状モデルおよび写像モデルと解析対象である変更後の形状モデルとを照合し、変更後の形状モデルに対応する写像モデルおよび数値解析用メッシュを作成し、記憶装置に登録するモデル照合手段とを備えた数値解析用メッシュ生成装置を提案する。

【0013】本発明においては、解析対象の形状モデルを入力し記憶装置に登録するモデル形状入力手段と、登録された形状モデルを格子で近似した写像モデルを作成し、写像モデルの格子点を形状モデルに写像して数値解析用メッシュを作成し、記憶装置に登録する解析メッシュ作成手段と、記憶装置に登録された形状モデルを読み込み写像モデルの形状を変更し記憶装置に登録する写像モデル修正手段と、記憶装置に登録された形状モデルおよび写像モデルと解析対象である変更後の形状モデルとを照合し、変更後の形状モデルに対応する写像モデルおよび数値解析用メッシュを作成し、記憶装置に登録するモデル照合手段とを備えたので、形状モデルを変更する際に、変更後の形状モデルとの記憶された形状モデルおよび写像モデルとを照合し、変更後の形状モデルに対応する写像モデルおよび解析メッシュを作成できる。

【0014】形状の寸法変更などの形状変更に加えて、新規部分の追加、削除などの形状変更の場合にも、設計変更前のモデルデータを照合するので、解析メッシュを容易に作成できる。また、メッシュ生成装置が、形状変更後の形状モデルと変更前の形状モデルおよび写像モデルとを照合するために、メッシュ作成の工数を少なくできる。さらに、解析メッシュ作成に写像モデルを用いており、規則的に配置された品質の良い6面体の解析メッシュを作成できる。したがって、品質の良い解析メッシュを効率よく作成して、設計業務の効率を高めることが可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】次に、図1～図24を参照して、本発明による数値解析用メッシュ生成方法およびメッシュ生成装置の実施例を説明する。

【0016】図1は、本発明による数値解析用メッシュ生成装置の一実施例の構成を示すブロック図である。本実施例の数値解析用メッシュ生成装置は、入出力装置1と、モデル形状入力部2と、解析メッシュ作成部3と、写像モデル修正部4と、モデル照合部5と、モデルデータベース6とからなる。すなわち、この数値解析用メッシュ生成装置は、従来の写像法における数値解析用メッシュ作成装置に、モデル照合部5を増設し、形状変更後の形状モデルについて解析メッシュをより容易に作成できるようにしたものである。

【0017】モデル入力部2は、メッシュ生成装置の使

用者が入出力装置1のキーボード1bやマウス1cを用いて入力した数値に基づいて形状モデルを作成しまたは変更し、モデルデータベース6に登録し、ディスプレイ1a上に表示する。

【0018】解析メッシュ作成部3は、モデルデータベース6に既に登録された形状モデルを例えば直交格子で近似した写像モデルを作成し、この写像モデルの格子点を前記形状モデルに写像して数値解析用メッシュを作成し、モデルデータベース6に登録する。

【0019】写像モデル修正部4は、モデルデータベース6に既に登録された写像モデルを読み込み、この写像モデルの形状を修正し、モデルデータベース6に再び登録する。

【0020】モデル照合部5は、モデルデータベース6に登録された形状モデルおよび写像モデルと解析対象の形状モデルとを照合し、変更後の形状に対応する写像モデルおよび数値解析用メッシュを作成し、モデルデータベース6に登録する。

【0021】図2は、モデルデータベース6に登録されるモデルデータの構造の一例を示す図である。モデルデータベース6は、解析対象形状のモデル名称、形状データ、解析メッシュデータ、写像モデルデータ、その他メッシュ作成に必要なデータを各解析対象形状毎に保持する。

【0022】図3は、解析メッシュ作成部3が写像法を用いて解析メッシュを作成する処理手順の一例を示すフローチャートであり、図4は、図3の処理手順で作成される解析対象の形状モデル、写像モデル、解析メッシュの一例を示す図である。

【0023】ステップ31：メッシュ生成装置の使用人は、入出力装置1のキーボード1bまたはマウス1cを用いて、図4(a)のような解析対象の形状モデルを入力する。その際に、既登録の形状モデルを再利用するのであれば、モデルデータベース6から既登録の解析対象の形状モデルを読み込む。

ステップ32：メッシュ生成装置の使用人は、読み込んだ形状モデルについて、キーボード1bまたはマウス1cから、6面体要素の一辺の長さとなる標準要素寸法を対話的に入力する。

ステップ33：解析メッシュ作成部3は、図4(a)の解析対象の形状モデルの各面各稜線を図4(b)に示すような3軸からなる例えば直交座標軸に平行に配置し、メッシュ生成装置の使用人が入力した標準要素寸法に基づいて、解析対象の形状と位相的に等しい近似モデルを立方格子状に分割した写像モデルを作成する。

ステップ34：解析メッシュ作成部3は、図4(c)に示すように、写像モデルの格子点を解析対象の形状モデルに写像し、解析メッシュを作成する。

ステップ35：解析メッシュ作成部3は、作成した写像モデルおよび解析メッシュをモデルデータベース6に登

録する。

【0024】図5は、図4(b)の写像モデルデータの構造の一例を示す図である。写像モデルデータには、解析対象の形状の稜線毎に、写像モデルにおける配置方向および分割数を登録し、面毎に、写像モデルにおける配置方向を登録する。

【0025】図6は、図4(c)の解析メッシュデータの構造の一例を示す図である。解析メッシュデータには、節点データ(総節点数、節点座標値)と、要素データ(総要素数、要素を構成する節点)とを登録する。

【0026】写像モデル修正部4は、モデルデータベース6に登録されている解析対象の形状の写像モデルデータを読み込み、ディスプレイ装置1aに表示する。メッシュ生成装置の使用者は、表示された写像モデルの点・稜線・面を対話的に移動させ、稜線の分割数を修正し、解析メッシュを修正する。修正が終了したら、修正後の稜線の分割数、面や稜線の配置方向をモデルデータベース6に再登録する。

【0027】図7は、モデル照合部5が解析メッシュを作成する処理手順の一例を示すフローチャートであり、図8は、モデル選択画面の一例を示す図であり、図9は、稜線対応テーブル/面対応テーブルの一例を示す図である。

【0028】ステップ51：モデル照合部5は、モデルデータベース6から、照合すべき解析対象の形状モデルを読み込む。解析対象の形状モデルと同様のモデル名称を有するモデルがデータベースに存在する場合には、そのモデルが照合モデルとして選択され、画面上に表示される。解析対象の形状モデルと類似のモデルがモデルデータベースに登録されている場合には、類似モデルを参照モデルとして選択することもできる。

ステップ52：その際、例えば図8に示すモデル選択画面を用いて、801の欄に、照合するモデル名称を入力して選択してもよいし、モデルデータベースに登録された形状モデル、写像モデル、解析メッシュをディスプレイ1aに表示し、モデルを確認しながら、マウスポインタ802を用いて、メッシュ生成装置の使用者が選択することもできる。

ステップ53：解析対象の形状モデルの面および稜線と参照したモデルの面および稜線とを対応付ける稜線対応テーブル、面対応テーブルを作成する。その手順の詳細は、図10を参照して後述する。この時に、照合用モデルと対応していない稜線および面について、例えば色を変えて表示すると、メッシュ生成装置の使用者は対応関係の有無を判断できる。

ステップ54：以上の手順で、写像モデルを作成する。なお、全ての組み合わせについて確認した後、写像モデルが成り立つためのルールを満足する稜線、面の配置方向が得られなかった場合には、写像モデルを作成できなかったことになる。

ステップ55：写像モデルを作成できたか否かを確認する。作成できなかった場合は、ステップ53に戻り、作成できた場合は、ステップ56に進む。

ステップ56：写像モデルを作成できた場合は、写像モデルデータをもとに解析メッシュを作成する。

ステップ57：作成した解析メッシュをモデルデータベース6の解析メッシュ部に登録する。

上記手順を繰り返し、全ての稜線・面の配置方向、稜線の分割数を決定して、写像モデルを作成する。

【0029】図10は、図7のステップ53における対応テーブル作成の処理手順を詳細に示すフローチャートである。

【0030】ステップ531：モデル形状入力部における形状変更時に、変更前の形状と変更後の形状とを関連付ける識別子を有し、照合するモデルのモデル名称と解析対象のモデルのモデル名称とが等しい場合は、同一識別子を持つ稜線、面同士が対応する。一方、モデル形状入力部における形状変更時に、変更前の形状と変更後の形状を関連付ける識別子を有しないか、または、変更前の形状と変更後の形状を関連付ける識別子を有するが照合するモデルのモデル名称と解析対象の形状モデルのモデル名称とが異なる場合には、解析対象の形状モデルと照合するモデルとの位相が相違するので、次に示すように、対応テーブルを作成する。なお、ここで、位相とは、形状における稜線間のつながりをいう。

ステップ532：まず2つのモデルの位相が等しい場合には、位相的に対応する稜線、面同士が対応する。

ステップ533：この際、例えば2つの立方体を対応付ける場合ように対応関係を一意に決定できない場合には、メッシュ生成装置の使用者に少なくとも対応する2つの稜線または面を指定することを促し、一意に対応関係を決定する。

ステップ534：2つのモデルの位相が異なる場合には、2つのモデルにおいて、局所的な例えば直交座標系と原点をそれぞれ設定する。

ステップ535：始終点の座標値が等しい稜線を全て対応付けた後、構成する全ての稜線が対応付けられている面を対応付ける。解析対象の形状モデルに新たに稜線や面が追加された場合などで、上記方法によっても照合するモデルと解析対象の形状モデルとの対応関係が得られなかった場合には、稜線対応テーブル、面対応テーブルの対応が得られなかった稜線や面の部分に、例えば図9の901に示すように、NO RELATIONという識別子を入れて、そのことを表現する。

ステップ536：なお、メッシュ生成装置の使用者はメッシュ生成装置が設定した対応関係について、対応関係の追加、削除などの変更を対話的に実行できる。

【0031】図11は、モデル照合部5における写像モデル作成54の処理手順を詳細に示すフローチャートである。ここでは、稜線・面の配置方向、稜線の分割数の

決定方法を説明する。図12は、配置方向管理テーブルの一例を示す図である。

【0032】ステップ541：稜線対応テーブルを取り出す。

ステップ542：図12に示す配置方向管理テーブルを作成する。テーブルの横方向は、稜線の番号であり、縦方向は、稜線の写像モデルにおける配置方向である。テーブルに○がついている稜線は、照合モデルとの対応が得られている稜線であることを示しており、図12では1番、2番、5番の稜線が相当する。ここで、○がついている方向は、照合モデルにおける対応する稜線の配置方向となっている。テーブルに△がついている稜線は、照合モデルとの対応が得られていない稜線であることを示しており、図12では3番、5番の稜線が対応する。対応関係が得られていない稜線は、写像モデルにおける配置方向を照合によっては決定できない。

ステップ543：稜線は、写像モデルにおいて、 ξ 軸の±方向、 η 軸の±方向、 ζ 軸の±方向のいずれかの方向に配置されるので、対応関係が得られない稜線について、図12(a)に示すように、 ξ 軸の+方向に配置方向を仮決定しておく。すると、各稜線には、○または△の方向がただ1つだけ存在することになる。○または△が記載されている方向の組み合わせを写像モデルにおける稜線の配置方向の組み合わせとして仮決定する。仮決定された稜線の配置方向の組み合わせが、[条件1]ループを構成する稜線の配置方向をたどると始終点が一致する、[条件2]ループ内のいずれの隣接する2稜線も同軸逆方向でない、という写像モデルが成り立つためのルールを満足するか否かを確認する。図13は、写像モデルが成り立つための条件の成立、不成立の例を示す図である。条件1、条件2の成立、不成立の例を図13の(a)から(d)に示す。

ステップ544：図13の左列のように、ルールを満足する時には、稜線の配置方向を基に、面の配置方向を決定する。面の配置方向は、ループを構成する2稜線の外積の方向で与えられる。

ステップ545：全ての面の配置方向が決定した後、面の配置方向の組み合わせが[条件3]立体内に3座標軸正負方向それぞれに配置された面が少なくとも1つ存在する、[条件4]立体内のいずれの隣接する2面も同軸逆方向でない、という写像モデルが成り立つためのルールを満足するか否かを確認する。条件3、条件4の成立、不成立の例を図13の(e)から(h)に示す。ルールを満足する時には、仮決定された稜線および面の配置方向の組み合わせをモデルデータベースに登録する。

ステップ546：この後、形状の稜線間のつながりを保つように、分割数を決定し、モデルデータベースに登録する。

ステップ547：前記の4つのルールのいずれかを満足しない場合には、全ての稜線の配置方向の組み合わせに

ついて確認したか否かを確認する。全ての組み合わせについてまだ確認していない場合には、ステップ543に戻って、稜線の配置方向を変更する。この時、例えば、図12(b)に示すように、稜線番号の小さい方から順に△の位置を変更していき、全ての組み合わせについて、ルールを満足するか否かを確認してもよい。

【0033】図14は、モデル照合部において写像モデルを作成できなかった時の表示コメントの一例を示す図である。写像モデルを作成できなかった場合は、図14に示すようなメッセージを表示し、メッシュ生成装置の使用者に知らせる。この時ボタン141を選択し、稜線対応テーブル、面对応テーブルを再び作成し、ステップ53に戻って対応関係を変更することもできる。

【0034】図15は、モデルデータベースに登録されている形状モデルの一例を示す図であり、図16は、モデルデータベースに登録されている写像モデルの一例を示す図であり、図17は、モデルデータベースに登録されている解析メッシュの一例を示す図である。

【0035】次に、画面表示例を参照しながら、図15の形状モデルの形状を変更する場合の解析メッシュの生成過程を説明する。ここでは、図17に示す解析メッシュが作成され、モデルデータベースに登録されているとする。また、この形状の変更では、モデル形状入力変更前の形状と変更後の形状とを関連付ける識別子を有すると仮定する。

【0036】図18は、図15の形状モデルの形状を変更した後の解析対象の形状モデルの一例を示す図である。図15の形状モデルを出発点として、図18の181部については、寸法を変更し、182部については、窪みを追加したとする。解析対象の形状モデルの変更後に、従来手法で解析メッシュを作成することもできるが、形状の変更前に施した修正作業を繰り返す必要があり、メッシュ生成装置の使用者にとっては手間がかかる。

【0037】そこで、本発明においては、設計変更前のモデルデータを照合し、解析メッシュを作成することにする。メッシュ生成装置の使用者がボタン183を選択すると、図1のモデル照合部5が起動する。メッシュ生成装置は、解析対象の形状モデルのモデル名称と同様のモデル名称のデータが登録されているか、モデルデータベース6を検索する。この場合、変更前の形状のモデルが登録されているため、図15の形状モデルと図16の写像モデルとが、照合用モデルとしてモデルデータベース6から読み込まれる。

【0038】図19は、モデル照合部の表示の一例を示す図である。図19に示す照合形状モデル191、照合写像モデル192が、同一画面上に表示される。ここでは、照合モデルとして、形状モデルおよび写像モデルのみを表示したが、解析メッシュを一緒に表示してもよい。このモデルを照合する場合は、ボタン193を選択

する。なお、キャンセルの場合にはボタン194を選択し、図8に示すモデル選択画面に移る。

【0039】ボタン193を選択した後、対応テーブルを作成する。この場合、解析対象の形状モデルと参照形状モデルの稜線／面の識別子とを比較して、対応テーブルが作成され、対応関係が得られた稜線の写像モデルにおける配置方向・分割数および面の配置方向が決定される。

【0040】図20は、モデル照合後の形状モデルの表示の一例を示す図である。新たに追加された図18の窪み部分182の稜線／面に関しては、参照モデルに対応する稜線および面が存在しないため、対応テーブルには、NO RELATIONが記載される。図20の画面上では、メッシュ生成装置の使用者が判別できるように、色などを変えて表示する。ここでメッシュ生成装置の使用者が対応関係を変更したい場合は、ボタン201を選択する。

【0041】図21は、対応関係を解除する時の画面表示の一例を示す図である。対応関係を解除すると、図21に示すように、解析対象の形状モデルと照合モデルとが、同一画面上に表示される。ここで対応関係を解除する場合は、ボタン211を選択する。そうすると、コメント212とマウスポインタ213とが、表示される。メッシュ生成装置の使用者がポインタ213を移動させ、解除したい稜線または面を選択すると、参照モデルの対応している稜線または面を色などを変えて表示する。したがって、メッシュ生成装置の使用者は、参照モデルのどの稜線または面と対応付けられているか否かが容易に分かる。

【0042】図22は、対応関係を追加する時の画面表示の一例を示す図である。対応関係を追加する場合は、ボタン221を選択する。そうすると、コメント222とマウスポインタ223が表示される。メッシュ生成装置の使用者がポインタ223を移動させ、対応関係を追加したい解析対象の形状モデルの稜線または面を選択した後、対応付けたい照合モデルの稜線または面を指定して、対応付ける。ここでは、対応関係の解除、追加は、なされなかったとする。

【0043】続いて対応関係が得られなかった稜線／面については、メッシュ生成装置が配置方向や分割数を決定する。

【0044】図23は、モデル照合部5で作成された写像モデルの一例を示す図である。図23に太線で示した稜線の写像モデルにおける配置方向および分割数とこの稜線に囲まれた面の配置方向とは、メッシュ生成装置が決定した部分であり、メッシュ生成装置の使用者にわかりやすいように、色などを変えて表示する。

【0045】図24は、図23の写像モデルをもとに作成された解析メッシュの一例を示す図である。作成された解析メッシュは、モデルデータベース6に登録され

る。その後、写像モデルの形状を変更すると、メッシュ形状をさらに修正できる。

【0046】

【発明の効果】本発明のよれば、形状の寸法変更などの形状変更に加えて、新規部分の追加、削除などの形状変更の場合にも、設計変更前のモデルデータを照合するので、解析メッシュを容易に作成できる。また、メッシュ生成装置が、形状変更後の形状モデルと変更前の形状モデルおよび写像モデルとを照合するために、メッシュ作成の工数を少なくできる。さらに、解析メッシュ作成に写像モデルを用いており、規則的に配置された品質の良い6面体の解析メッシュを作成できる。したがって、品質の良い解析メッシュを効率よく作成して、設計業務の効率を高めることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による数値解析用メッシュ生成装置の一実施例の構成を示すブロック図である。

【図2】モデルデータベースに登録されるモデルデータの構造の一例を示す図である。

【図3】写像法を用いた解析メッシュ作成の処理手順を示すフローチャートである。

【図4】図3の処理手順で作成される解析対象の形状モデル、写像モデル、解析メッシュの一例を示す図である。

【図5】写像モデルデータの構造の一例を示す図である。

【図6】解析メッシュデータの構造の一例を示す図である。

【図7】モデル照合部による解析メッシュ作成の処理手順を示すフローチャートである。

【図8】モデル選択画面の一例を示す図である。

【図9】稜線対応テーブル／面对応テーブルの一例を示す図である。

【図10】対応テーブル作成の処理手順を詳細に示すフローチャートである。

【図11】モデル照合部における写像モデル作成の処理手順を詳細に示すフローチャートである。

【図12】配置方向管理テーブルの一例を示す図である。

【図13】写像モデルが成り立つための条件の成立、不成立の例を示す図である。

【図14】モデル照合部において写像モデルを作成できなかった時の表示コメントの一例を示す図である。

【図15】モデルデータベースに登録されている形状モデルの一例を示す図である。

【図16】モデルデータベースに登録されている写像モデルの一例を示す図である。

【図17】モデルデータベースに登録されている解析メッシュの一例を示す図である。

【図18】図15の形状モデルの形状を変更した後の解

析対象の形状モデルの一例を示す図である。

【図 19】モデル照合部の表示の一例を示す図である。

【図 20】モデル照合後の形状モデルの表示の一例を示す図である。

【図 21】対応関係を解除する時の画面表示の一例を示す図である。

【図 22】対応関係を追加する時の画面表示の一例を示す図である。

【図 23】モデル照合部で作成された写像モデルの一例を示す図である。

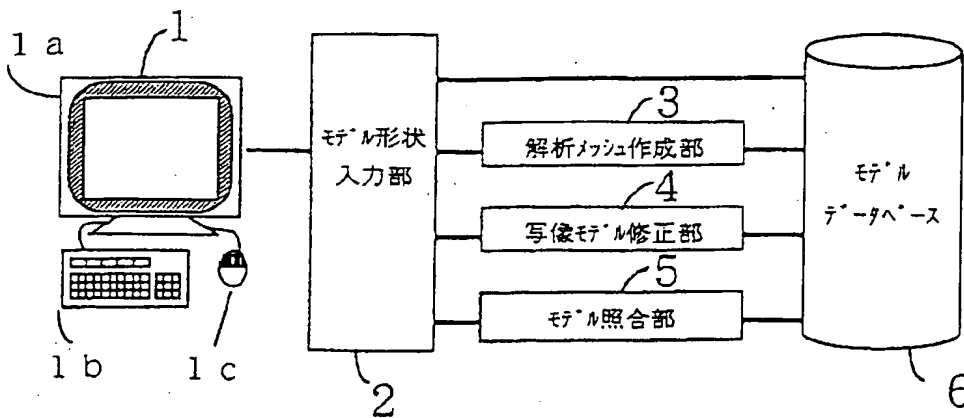
【図 24】図 23 の写像モデルをもとに作成された解析

メッシュの一例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 入出力装置
- 1 a ディスプレイ
- 1 b キーボード
- 1 c マウス
- 2 モデル形状入力部
- 3 解析メッシュ作成部
- 4 写像モデル修正部
- 5 モデル照合部
- 6 モデルデータベース

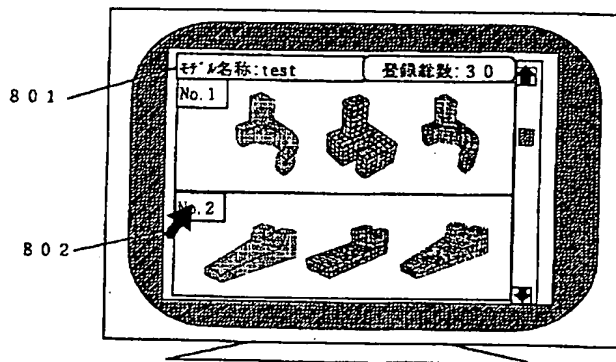
【図 1】



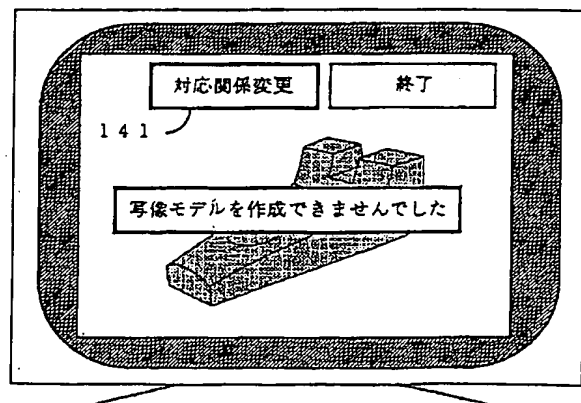
【図 2】

モデル 名称	形状データ	解析メッシュデータ	写像モデルデータ	メッシュ作成 に必要なデータ
	<ul style="list-style-type: none"> ・形状パラメータ ・位相情報 	<ul style="list-style-type: none"> ・節点データ ・要素データ 	<ul style="list-style-type: none"> ・面・稜線の配置方向 ・稜線の分割数 	<ul style="list-style-type: none"> ・標準要素寸法

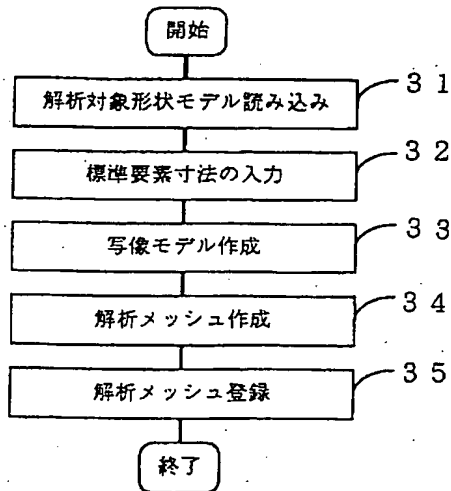
【図 8】



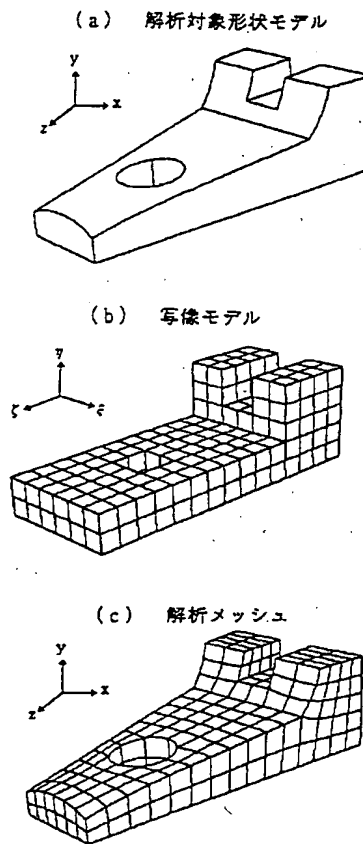
【図 14】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

(a) 稜線データの例

稜線番号 (稜線識別子)	写像モデル での配置方向	写像モデル での分割数
1	$+\xi$	3
2	$+\eta$	2
3	$-\xi$	2
4	$+\eta$	2
5		

(b) 面データの例

面番号 (面識別子)	写像モデル での配置方向
1	$+\xi$
2	$+\eta$
3	$-\xi$
4	$+\eta$
5	

【図 6】

(a) 節点データの例

総節点数	20		
節点番号	x座標値	y座標値	z座標値
1	0.0	0.0	0.0
2	5.0	0.0	0.0
3	0.0		

(b) 要素データの例

総要素数	20		
要素番号	要素構成節点番号		
1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8		
2	2, 9, 10, 3, 6, 11, 12, 7		
3			

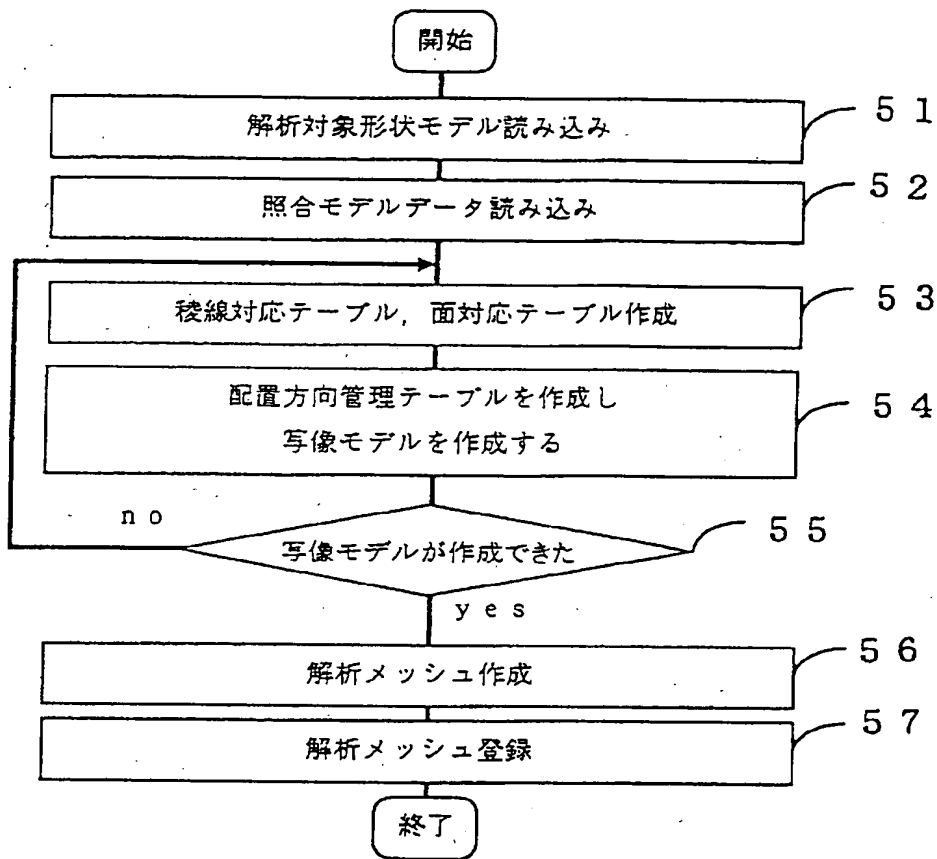
【図 9】

解析対象モデル 稜線番号	参照モデル 稜線番号
1	1
2	2
3	NO_RELATION
4	

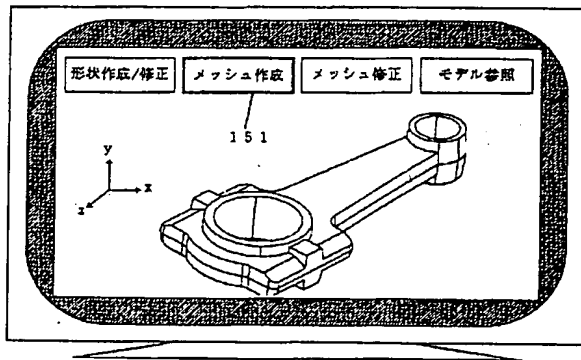
9 0 1

解析対象モデル 面番号	参照モデル 面番号
1	1
2	2
3	3
4	

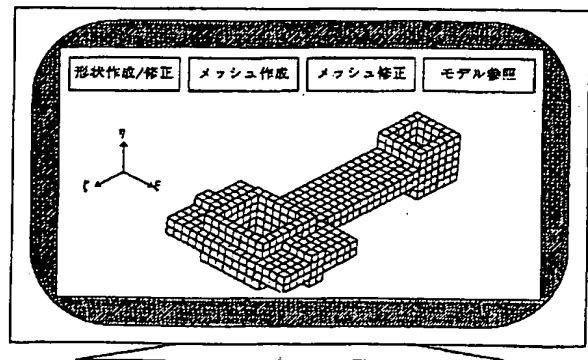
【図7】



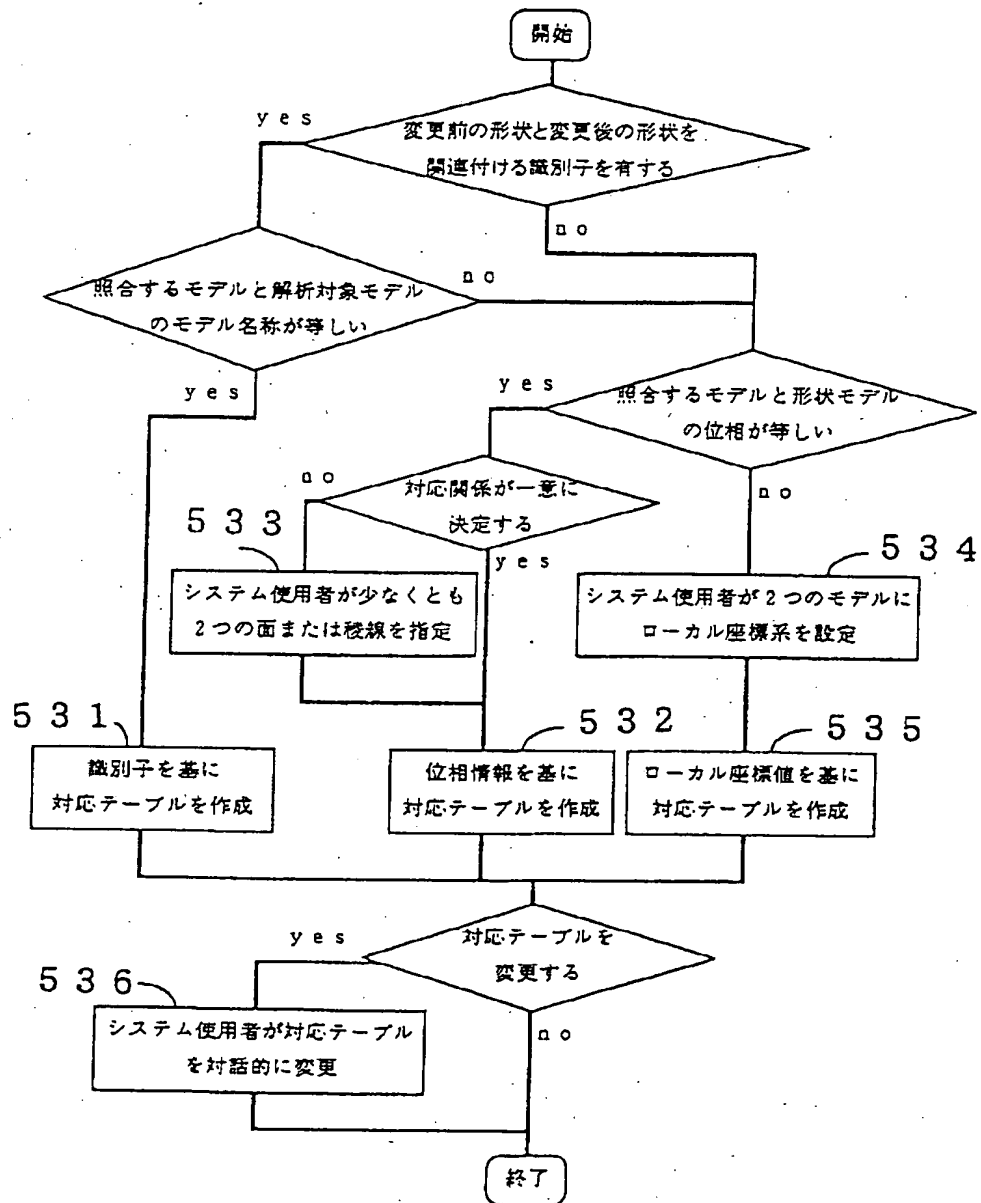
【図15】



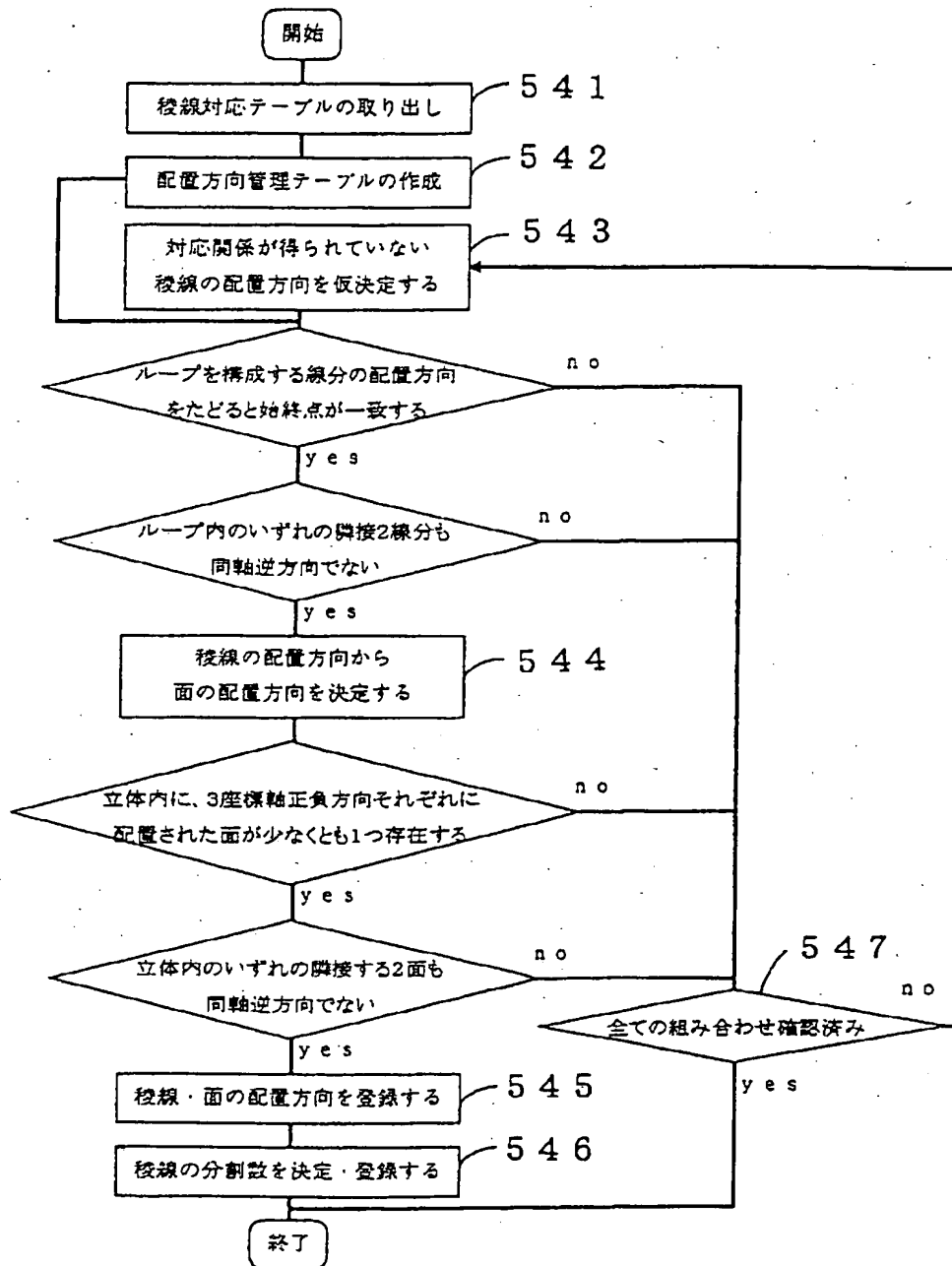
【図16】



【図10】



【図11】



【図12】

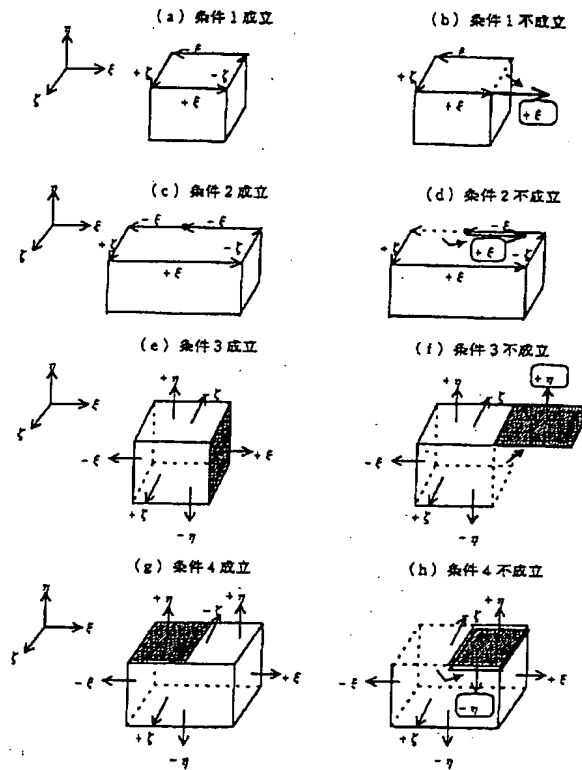
(a) 初期状態

稜線 方向	稜線 番号	1	2	3	4	5
ξ^+		○		△	△	
ξ^-			○			○
ϵ^+						
ϵ^-						
η^+						
η^-						

(b) 変更後

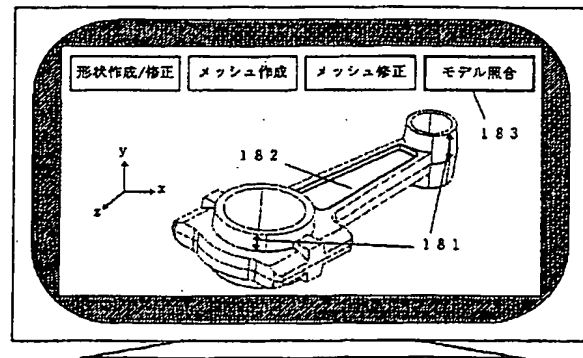
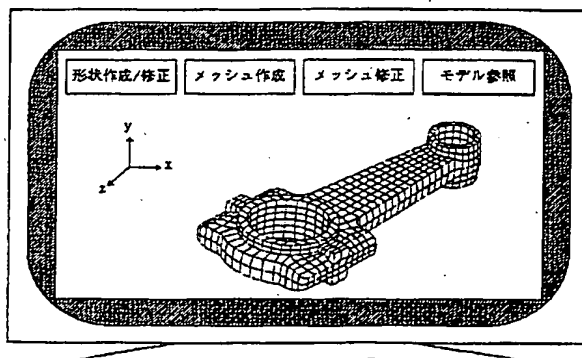
稜線 方向	稜線 番号	1	2	3	4	5
ξ^+		○			△	
ξ^-			○	△		○
ϵ^+						
ϵ^-						
η^+						
η^-						

【図13】

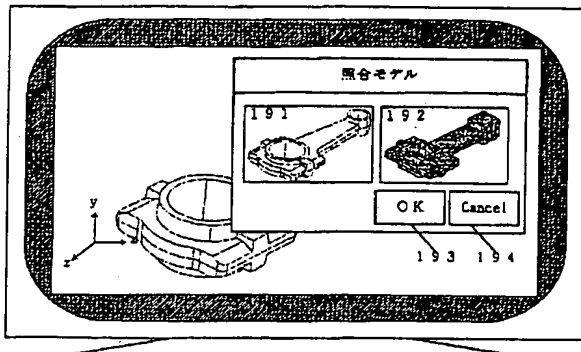


【図18】

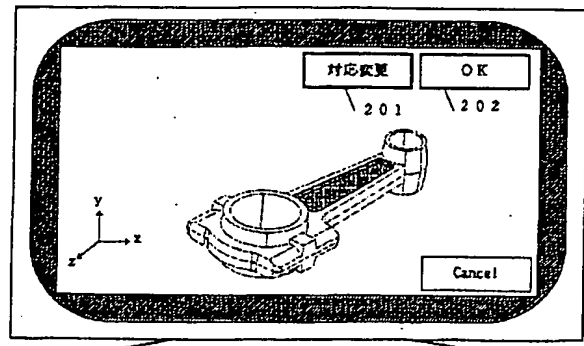
【図17】



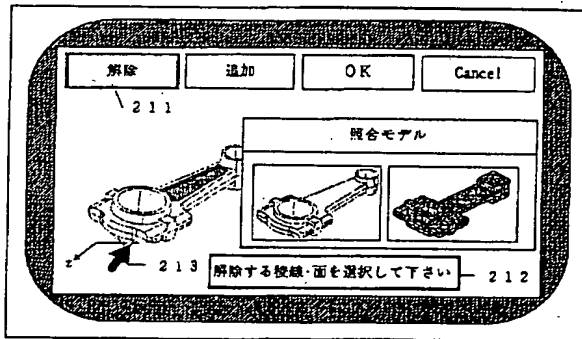
【図19】



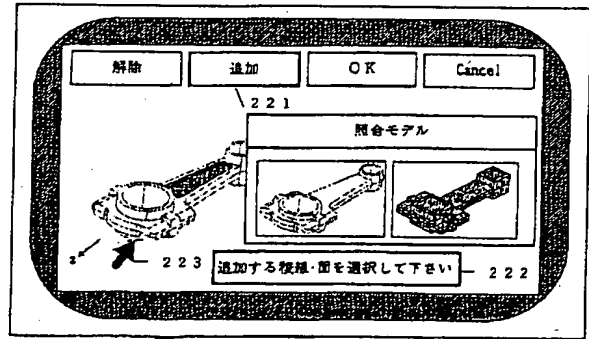
【図20】



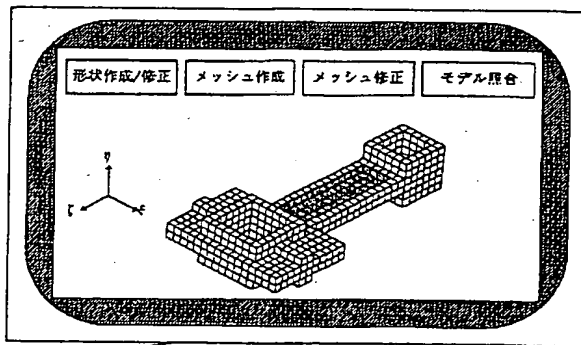
【図21】



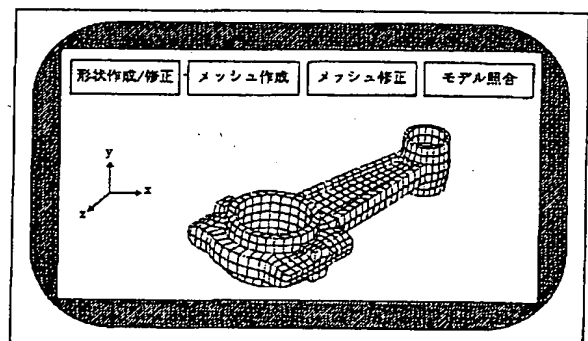
【図22】



【図23】



【図24】



フロントページの続き

(72) 発明者 滝沢 千恵
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

Fターム(参考) 5B046 DA02 FA06 FA18 GA01 HA05
JA07 KA03 KA06